# 第８章　　酸化還元・電気化学

## 第19講　酸化還元①

### 1　酸化還元

酸化還元は電子が移動する反応だが，移動する電子は化学反応式上では見えない。そこが酸化還元反応の難しい点である。よって電子の移動を捉えるために，酸化数や半反応式を用いたり,代表的な酸化剤還元剤を知っておく必要がある。必要な知識をきちんと頭に入れて，問題演習に取り組まなくてはならない。

#### (1)　定義

| | 電子 | 酸素原子 | 水素原子 | 酸化数 |
|---|---|---|---|---|
| 酸化 | 失う | 得る | 失う | 増加 |
| 還元 | 得る | 失う | 得る | 減少 |

#### (2)　酸化数

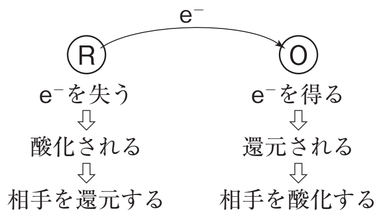
実質的な電荷である。求め方は，電子式を書き，電気陰性度の大きい元素の方へ電子を帰属させていく。

| 例 | H ⇆ H | H \|: Cl | Na \|: H |
|---|---|---|---|
| | ($\chi_H = \chi_H$) | ($\chi_H < \chi_{Cl}$) | ($\chi_{Na} < \chi_H$) |
| 酸化数 | 0　　0 | +1　−1 | +1　−1 |

判断法(有機化合物などには使えないので注意)

- ・単体は 0
- ・化合物は酸化数の総和が 0
- ・イオンは酸化数の総和が価数と一致
- ・水素原子→＋1(金属の水素化合物の場合：水素原子は－1)
- ・酸素原子→－2(過酸化物の場合：酸素原子は－1)
- ・アルカリ金属→＋1，２族→＋2，ハロゲン→－1

#### (3)　酸化剤・還元剤




酸化剤Ⓞ：相手を酸化する物質(自身は還元される)
還元剤Ⓡ：相手を還元する物質(自身は酸化される)


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

※代表的な酸化剤

| | | | |
|---|---|---|---|
| 過マンガン酸カリウム（酸性下） | $MnO_4^-$（赤紫色） | ⟶ | $Mn^{2+}$（無色） |
| 過マンガン酸カリウム（塩基性下） | $MnO_4^-$ | ⟶ | $MnO_2$ |
| 二クロム酸カリウム | $Cr_2O_7^{2-}$（橙色） | ⟶ | $Cr^{3+}$（緑色） |
| 濃硝酸 | $HNO_3$ | ⟶ | $NO_2$ |
| 希硝酸 | $HNO_3$ | ⟶ | $NO$ |
| 熱濃硫酸 | $H_2SO_4$ | ⟶ | $SO_2$ |
| ハロゲン単体 | $X_2$ | ⟶ | $X^-$ |
| 過酸化水素 | $H_2O_2$ | ⟶ | $H_2O$ |
| 二酸化硫黄 | $SO_2$ | ⟶ | $S$ |
| オゾン | $O_3$ | ⟶ | $O_2$ |

※代表的な還元剤

| | | | |
|---|---|---|---|
| 金属の単体（M） | $M$ | ⟶ | $M^{n+}$ |
| 硫化水素 | $H_2S$ | ⟶ | $S$ |
| シュウ酸 | $H_2C_2O_4$ | ⟶ | $CO_2$ |
| 二酸化硫黄 | $SO_2$ | ⟶ | $SO_4^{2-}$ |
| 過酸化水素 | $H_2O_2$ | ⟶ | $O_2$ |
| ハロゲン化物イオン（$X^-$） | $X^-$ | ⟶ | $X_2$ |
| 塩化スズ（Ⅱ） | $Sn^{2+}$ | ⟶ | $Sn^{4+}$ |
| 硫酸鉄（Ⅱ） | $Fe^{2+}$ | ⟶ | $Fe^{3+}$ |
| 水素 | $H_2$ | ⟶ | $H^+$ |
| チオ硫酸ナトリウム | $S_2O_3^{2-}$ | ⟶ | $S_4O_6^{2-}$ |

※酸化剤にも還元剤にもなるもの

過酸化水素，二酸化硫黄

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

### (4)　酸化還元反応

　酸化剤と還元剤の反応が酸化還元反応であり，酸化と還元は必ず同時に起こる。
酸化剤は電子を得るため，反応後は弱い還元剤になり，還元剤は電子を失うため，反応後は弱い酸化剤になる。

Ⓞ　＋　Ⓡ　⟶　弱いⓇ　＋　弱いⓄ

### a　判断

　酸化還元反応は，化学反応式を見ても電子の授受はわからないため，判断しにくい。電子の授受を捉えるには，酸化数を調べるとよいが，それでは時間がかかってしまう。
そこで

- **反応式の中に単体がある**
- **知っている酸化剤・還元剤の組み合わせである**

この２点に注目して探すとよい。
よって，(3)の代表的な酸化剤・還元剤はしっかり頭にいれ，酸化還元以外の反応もきちんと判断できるようになっておこう。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

### b　酸化還元反応式

酸化還元反応式は，一度に全てを書くのは難しい。よって，酸化剤の式，還元剤の式（半反応式）を別々に書いて一つにまとめていく。半反応式をみると電子が確認できるという利点もある。

作り方

①酸化剤，還元剤が何に変わるかを書く

Ⓞ $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$

②酸素原子の数を水でそろえる

Ⓞ $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$

③水素原子の数を水素イオンでそろえる

Ⓞ $MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+$

④電荷を電子でそろえる

Ⓞ $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$

⑤電子の係数をそろえて2式をたす

$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10CO_2$

⑥省略イオンを追加する

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 8H_2O + 10CO_2 + K_2SO_4$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　演習問題

**1**　下線の付いた原子の酸化数が等しいのはどれか。

A　$\underline{Cl}_2$　　B　$N\underline{H}_4{}^+$　　C　$H_2\underline{O}_2$　　D　$Na\underline{H}$　　E　$Cu\underline{O}$

ア　AとE　　イ　BとA　　ウ　CとD　　エ　DとB　　オ　CとE

**2**　次の化学反応式①～⑤のうち，下線の付いた物質が還元剤としてはたらくものを一つ選べ。

①　$3Cu + 8\underline{HNO_3} \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

②　$2\underline{KMnO_4} + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2$

③　$CH_4 + 2\underline{O_2} \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

④　$Cl_2 + \underline{SO_2} + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$

⑤　$H_2S + \underline{Cl_2} \longrightarrow S + 2HCl$

**3**　次の化学反応式①～⑤のうち，酸化還元反応ではないものを全て選べ。

①　$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

②　$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow CuS + H_2SO_4$

③　$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

④　$2KI + H_2O_2 \longrightarrow I_2 + 2KOH$

⑤　$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　次の文章を読んで，以下の各問に答えなさい。原子量はH＝1，O＝16，I＝127とする。

過酸化水素は反応性が高いため様々な反応を引き起こす。

例えば，過酸化水素水に少量の酸化マンガン(Ⅳ)$MnO_2$を加えると酸素が発生する。このとき，酸化マンガン(Ⅳ)は反応の前後で変化しないが，反応が起こるために必要な［1］エネルギーを小さくする働きがある。このような物質を一般に［2］という。

同様に，(a)過酸化水素水に硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えても酸素が発生する。このとき，過マンガン酸イオンは［3］されるため，過酸化水素は［3］剤として働くことになる。

また，(b)過酸化水素水に硫酸で酸性にしたヨウ化カリウム水溶液を加えるとヨウ素が析出する。このとき，過酸化水素は［4］剤として働いている。

問1　上の文章中の［1］～［4］に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2　下線部(a)，(b)の反応について，化学反応式を書きなさい。

問3　下線部(a)，(b)の反応について，それぞれ質量パーセント濃度3.4％の過酸化水素水20.0g中の過酸化水素を過不足なく反応させた場合，以下の問いに答えなさい。また，有効数字は2桁とし，3桁目を四捨五入して答えなさい。

(1)　下線部(a)の反応について，発生する酸素の27℃，$1.01\times10^5$Paにおける体積は何Lか答えなさい。

(2)　下線部(b)の反応について，析出するヨウ素の質量は何gか答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　確認テスト

**1**　次の反応Ａ～Ｆについて，問いに答えよ。

Ａ：硫酸で酸性にした過酸化水素水にヨウ化カリウム水溶液を加えた。

Ｂ：硫酸で酸性にした二クロム酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えた。

Ｃ：二酸化硫黄の水溶液に硫化水素水溶液を加えた。

Ｄ：過酸化水素水に二酸化硫黄を吹き込んだ。

Ｅ：硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に二酸化硫黄の水溶液を加えた。

Ｆ：過酸化水素水に硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えた。

問１　反応Ｂにおいて，クロム原子の酸化数は反応の前後でどのように変化するか。最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから選べ。

①　＋1　　②　＋2　　③　＋3　　④　＋4

⑤　＋5　　⑥　＋6　　⑦　＋7　　⑧　＋8

問２　反応Ｃにおける二酸化硫黄の変化を，電子を含むイオン反応式で表すと，その左辺は次のようになる。

$$SO_2 + aH^+ + be^- \longrightarrow$$

係数$a$と$b$の和として最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから選べ。

①　1　　②　2　　③　3　　④　4　　⑤　5　　⑥　6　　⑦　7　　⑧　8

問３　反応Ａ～Ｆで，下線部が酸化剤として作用している反応を，次の①～⑥のうちからすべて選べ。

①　Ａ　　②　Ｂ　　③　Ｃ　　④　Ｄ　　⑤　Ｅ　　⑥　Ｆ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　演習問題

1　ウ

2　④

3　②，⑤

4　問１　１：活性化　　２：触媒　　３：還元　　４：酸化

問２　(a)　$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5O_2 + 8H_2O + K_2SO_4$

(b)　$H_2O_2 + 2KI + H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + 2H_2O + K_2SO_4$

問３　(1)　$4.9 \times 10^{-1}$ L

(2)　5.1g

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　確認テスト

1　問1　反応前　⑥　　反応後　③

問2　⑧

問3　①，④

【解説】

問1　$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$

問2　半反応式は $SO_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O + S$ となる。

問3　酸化数を確認してもよいが，代表的な酸化剤還元剤ばかりなので，即答したい。

A：ヨウ化カリウムが還元剤なので，このときの過酸化水素は酸化剤である。

B：二クロム酸カリウムが酸化剤であるため，このときの過酸化水素は還元剤である。

C：硫化水素は還元剤である。

D：二酸化硫黄は通常還元剤であるため，このときの過酸化水素は酸化剤である。

E：過マンガン酸カリウムは酸化剤であるため，このときの二酸化硫黄は還元剤である。

F：過マンガン酸カリウムは酸化剤であるため，このときの過酸化水素は還元剤である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。